

## МЕСТО ВТОРИЧНЫХ КВАРЦИТОВ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ ГЕОСИНКЛИНАЛИ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ)

О. Н. ЕГОРОВ

В монографии о гидротермально измененных породах Центральной Камчатки Г. М. Власов и М. М. Василевский (1964) делают замечание о неоднократности формирования вторичных кварцитов в истории развития подвижных областей и называют три структурно-тектонические обстановки, в которых развивались вторичные кварциты и пропилиты: 1) внешние складчатые дуги с офиолитовыми поясами, 2) внутренние вулканические дуги и 3) окраинные вулканические пояса.

Если, согласно взглядам Д. С. Коржинского (1955), кварц-серицитовые метасоматиты, сопутствующие колчеданным месторождениям, рассматривать как формацию вторичных кварцитов, то в металлогенической схеме Ю. А. Билибина (1955) вторичные кварциты показаны трижды в течение пятистадийного развития подвижного пояса. В раннюю стадию формируются колчеданные месторождения с характерными, сопровождающими их кварц-серицитовыми метасоматическими изменениями. В период, предшествующий средней стадии, образуются вторичные кварциты с вкрапленными медными рудами и высокоглиноземистым сырьем; в позднюю стадию — вторичные кварциты с золото-серебряным, ртутным и мышьяковым оруденением.

Как правило, разные исследователи (Горжевский, Козеренко, 1965; Твалчредидзе, 1966) указывают на двукратное формирование вторичных кварцитов в истории развития складчатых областей: в геосинклинальную стадию, когда происходило формирование колчеданной формации, и в стадию геоантиклинального поднятия, когда образовались вторичные кварциты с вкрапленным медным оруденением.

Нашими работами в Юго-Восточной Камчатке установлены разновозрастность и принадлежность к разным генетическим типам метасоматических пород, относимых к вторичным кварцитам. Полигоном соответствующих исследований служила территория площадью 10,5 тыс. км<sup>2</sup>, располагающаяся к северо-западу от г. Петропавловска-Камчатского и охватывающая бассейны рек Авачи, Корякской, верховьев рек Быстрой, Плотникова и Налачева.

На этой территории четко выделяются три структурных яруса, разделенных перерывами и несогласиями. Нижний ярус (верхний мел) вскрыт в западной части района в пределах Ганальского хребта и по северному берегу Авачинской бухты. Для него характерна линейная складчатость северо-западного простираия.

В центральной части Ганальского хребта фиксируется крупная антиклинальная структура, в ядре которой обнажаются туфы, эффузивы основного и кислого состава спилит-кератофировой группы формаций. Породы метаморфизованы до амфиболитовой фации. Центробежно от ядра антиклинали и концентрично относительно его степень метаморфизма понижается до зеленокаменной с филлитовой и аспидной субфациями (Лебедев, Бондаренко, 1962). В этом же направлении спилитовая, кератофировая и туфовая формации фациально замещаются кремнисто-яшмовой и аспидной.

Интрузивный магматизм представлен габбро-диоритовой, плагиогранитной и гипербазитовой формациями. Широко проявлена пропилитизация. В этом структурном ярусе фиксирован ранний этап жизни геосинклинали, включающий стадии прогибания геосинклинального трога

и раннего орогенеза, т. е. частной инверсии и ранней складчатости осадков, выполнивших трог.

Средний структурный ярус (олигоцен — средний миоцен) обнажается в центральной части района в Авачинском, Южно-Быстринском хребтах и Кетхойско-Налачевском поднятии. Породы яруса значительно деформированы. Преимущественный тип складок коробчатый на юге с переходом на севере в брахискладчатость и к линейным складкам. Генеральный план складчатости субмеридиональный. Разрез яруса представлен флишевой формацией, приобретающей в южной части района характер грубого флиша и граувакки. Значительную роль в разрезе играет эффузивный комплекс андезит-дацитовый формации. С юга и запада, где эффузивы составляют 10—20% разреза, на северо-восток к Кетхойско-Налачевскому поднятию роль эффузивов резко возрастает, здесь они вместе с пирокластикой составляют 80—100% разреза.

Региональный метаморфизм проявлен в литификации пород, участками проявлена пропилитизация. Интрузивный магматизм представлен габбро-диоритовой и гранодиоритовой формациями. Таким образом, ярус охватывает стадии развития геосинклинали от заложения постинверсионных геосинклинальных трогов, соседствующих с грядами вулканических островов, до полной инверсии, складчатости и перехода к орогенному режиму.

Верхний структурный ярус (плиоцен — голоцен) широко развит в восточной части района. Складчатые деформации пород отсутствуют. Фиксируется ряд куполовидных поднятий (Кетхойско-Налачевское, Авачинское). Ярус представлен молассовой формацией, эффузивами андезит-дацит-базальтовой формации и составляющими с ними единый комплекс липарит-дацитовыми экструзиями. Эффузивы в разрезе резко преобладают.

Разрез венчается стратовулканами, структурно едиными с цепью вулканов Курильской островной дуги, т. е. с наложенным вулканическим поясом. Интрузивный магматизм представлен формацией малых гранитоидных интрузий.

Ярус формировался в обстановке орогенного режима и охватывает стадию накопления моласс, т. е. образования межгорных прогибов и перехода к позднему орогенезу, заключительной стадии развития геосинклинали.

Анализ формаций осадочно-вулканогенных и интрузивных комплексов показывает, что изученная территория как часть геосинклинального пояса в период с верхнего мела доныне прошла почти полный цикл геосинклинального развития.

Здесь необходимо остановиться на вопросе стадийности развития геосинклинали. Общеизвестны схемы двухстадийного (Кузнецов, 1964), трехстадийного (Горжевский, Козеренко, 1965), четырехстадийного (Хаин, 1964), пятистадийного (Билибин, 1965) развития геосинклинали. М. В. Муратов (1964) показал, что для геосинклиналей характерны три главных структурных комплекса: геосинклинальный вулканогенно-осадочный, комплекс поздних геосинклинальных прогибов и молассовый.

Комплексы разделены несогласиями, так же как комплекс основания и платформенный.

Таким образом, фиксируется шесть состояний геосинклинали, в которых, с одной стороны, заключена тенденция превращения геосинклинали в ороген, а с другой — цикличность этого превращения, чередование стадий погружения, осадконакопления, эффузивного магматизма и равноценных им по геологической значимости и, вероятно, времени стадий инверсии, складчатости, орогенеза и преимущественного интрузивного магматизма. Нам кажется наиболее удобной схема, в которой стадии четко фиксируются геологическими комплексами. Сообразно с

этим принципом для описанного района мы выделяем стадии геосинклинального трога, раннего орогенеза, послеинверсионного, или позднего, геосинклинального прогиба, орогенеза, молассовую, или межгорных прогибов, и отмечаем состояние перехода к стадии позднего орогенеза.

Наличие трех структурных ярусов позволило в пределах района выделить три возрастные группы вторичных кварцитов.

Возраст первой группы устанавливается на основании просекания метасоматитами пород нижнего структурного яруса, находок галек этих метасоматитов в конгломератах среднего структурного яруса и отсутствия в породах среднего и верхнего структурных ярусов изменений соответствующего минералогического типа с соответствующими структурно-текстурными особенностями. Таким образом, возраст вторичных кварцитов устанавливается как верхнемеловой — доолигоценый. Они широко проявлены в Ганальском хребте, особенно в центральной и южной его частях. Ареал их в значительной мере совпадает с районом распространения магматических пород нижнего яруса и максимального проявления пропилитов и регионального метаморфизма. Значительно меньше проявлены они среди выходов верхнемеловых пород близ г. Петропавловска.

Представлены вторичные кварциты минералогически однотипными разностями: кварц-мусковит-серпичитовыми с сульфидами метасоматитами. Формирование их было не одноактным. Выделяются два возрастных и соответствующих им морфогенетических типа. Первый тип — ранние до складчатые, преимущественно согласные пластовые линзообразные, иногда изометричные тела, развивающиеся на разных стратиграфических горизонтах и в известной мере контролируемые «литологией»; отмечается преимущественная приуроченность их к альбигофирам. Второй тип — поздние послескладчатые, преимущественно секущие, крутопадающие тела, развивающиеся по зонам дробления, рассланцевания, смятия на всех гипсометрических уровнях и секущие любые стратиграфические горизонты и интрузивные породы. Для этих тел очень характерна внешняя эпидот-кальцит-хлоритовая фация.

Для колчеданных залежей, аналогичных изменениям первого типа, большинством исследователей в разных регионах установлена связь с процессами формирования вулканогенных толщ (А. Н. Заварицкий, В. П. Логинов, С. Н. Иванов и др.). Естественно второй тип изменений связывать с процессом становления интрузивных пород.

Таким образом, описанные вторичные кварциты формируются в стадии образования начального геосинклинального трога и раннего орогенеза. Несмотря на длительность формирования этой группы метасоматических пород, различную морфологию их тел и генезис, они составляют единую формацию вторичных кварцитов, которой можно дать название раннеорогенной.

Вторая группа вторичных кварцитов объединяет метасоматические породы, пересекающие нижний и средний структурные ярусы. Изменения этой группы не проникают в породы верхнего структурного яруса. Зоны изменений перекрываются свежими породами верхнего яруса, и в базальном горизонте последнего встречаются обломки и галька соответствующих метаморфизованных пород. Исходя из данных фактов, возраст этой группы метасоматических пород определяется как олигоценый — доплиоценовый. Эти изменения проявлены в пределах Кетхойско-Налачевского поднятия, Южно-Быстринского, Авачинского и южного окончания Ганальского хребтов, т. е. в местах напряженной магматической, в первую очередь интрузивной, деятельности. В этих же пунктах в породах среднего яруса максимально проявлена пропилитизация. Не вызывает сомнения многоактность образования вторичных кварцитов олигоцен-доплиоценового возраста. Здесь возможно выделение ранних изменений,

предшествовавших складчатости, формированию кварцевых штокверков, глыбовым дислокациям по разломам и орогенезу, и поздних, контролируемых разрывными нарушениями и по существу являющихся завершающими геологическими процессами, фиксированными в среднем структурном ярусе. Среди них выделяются изометричной формы массивы, локализованные в пределах вулканических построек и приуроченные преимущественно к жерло-вой их фации. Изменения выражены аргиллизацией, т. е. развитием глинистых минералов, и гематитизацией.

Второй тип ранних изменений — изометричные небольшие массивы, пластообразные согласные, реже секущие аргиллитовые или аргиллит-гематитовые тела, пространственно и генетически не связанные с вулканическими постройками. Отмечается частая приуроченность их к порфирам при отсутствии стратиграфического контроля. Поздние изменения образуют один морфогенетический тип: несогласных, крутопадающих тел, секущих все осадочные, вулканогенные и интрузивные породы яруса, приуроченные к флексурам, зонам дробления и трещиноватости. В региональном плане серии таких тел образуют линейно вытянутые цепочки, лежащие в зонах разломов. Форма секущих тел в общем жлообразная или линзообразная, сильно уплощенная. При детальном изучении морфологии тел обнаруживается прихотливость и сложность их формы и строения. Редко — это довольно симметрично относительно осевой плоскости построенные зональные метасоматические образования с кварц-опаловыми сердечниками, опал-серцитовыми или опал-пиррофиллитовыми зальбандами, сменяющимися на периферии как вкрест простиранья, так и по простиранью карбонат-хлорит-эпидотовой с сульфидами фацией. В небольших телах господствует опал-монтмориллонитовая ассоциация. Чаше встречаются сложные тела: массивы, состоящие из серии кулисообразно расположенных «элементарных» метасоматических линз со сложносочетающимися, накладывающимися одна на другую зонами. Минеральные ассоциации их аналогичны описанным.

Таким образом, вторая группа вторичных кварцитов формируется в стадии прогибания послеинверсионного геосинклинального трога и орогенеза. В совокупности эта группа составляет формацию вторичных кварцитов, которую мы именуем орогенной. Заметим, что ранние изменения орогенной формации соответствуют выделенной Д. С. Коржинским (1955) сольфатарной аргиллизацией, а поздние — вторичным кварцитам — • послемагматическим мета-соматическим процессам кислотной стадии («приконтактового выщелачивания»).

Третья группа вторичных кварцитов просекает все породы в районе, но главным образом локализована в верхнем структурном ярусе. На этом основании возраст их принят как плиоценовый — голоценовый. Основное распространение этих изменений — Кетхойско-Налачевское поднятие, в меньшей степени — Авачинский хребет, совсем незначительно они развиты в Южно-Быстринском и Ганальском хребтах. Такое распределение находится в прямой связи с распределением объемов эффузивных пород соответствующего возраста.

Хорошая, сохранность геологических тел позволяет выделить среди изменений этой группы ряд генетических типов и прежде всего жерлово-фумарольный в пределах вулканических построек, преимущественно сопровождающихся экструзиями.

Метасоматические изменения имеют форму изометричных массивов или сложных штокверков с новообразованиями гипса, каолинита, опала, алуниита, гематита, а также с редкой вкрапленностью сульфидов на низких уровнях эрозионного среза. Они сопровождают рост вулканической постройки и локализуются в близповерхностной зоне. Изменения второго типа — результат деятельности гидротермальных систем в приповерхностных условиях. Форма тел субгоризонтальная пластовая и трещинно-

жильная соответственно характеру каналов, по которым циркулируют горячие воды в гидрогеологических бассейнах. Преобладает аргиллизация (образование высокоглиноземистых минералов) и гематитизация, сопровождающиеся редкой вкрапленностью сульфидов. Изменения этого типа возникают, вероятно, на всех этапах формирования верхнего структурного яруса. Наконец, третий тип — жилоподобные, круто падающие тела опалитов, аргиллитов с внешней хлорит-карбонатной фацией и алунитовых вторичных кварцитов. Эти тела приурочены к разрывным нарушениям, прежде всего обрамляющим ступенчатые грабены (наиболее поздние структурные формы верхнего яруса).

Аналогичные типы описаны Е. Ф. Малеевым для неогена Закарпатья (1964).

Формирование третьей группы вторичных кварцитов проходило в стадию образования межгорных прогибов и продолжается ныне в обстановке перехода к стадии позднего орогенеза — заключительной стадии развития геосинклинали. Эта группа составляет формацию позднеорогенных вторичных кварцитов.

Оценка напряженности процессов метаморфизма в целом по формациям показывает их неравноценность. Критерием напряженности явилось отношение площади измененных пород к площади яруса. При этом как практически пренебрежимо малые не учитывались площади молодых изменений, наложенные на породы древних ярусов. Максимального размаха процессы изменений достигали при формировании орогенной формации (они охватывали 0,25% площади яруса, см. таблицу), минимального при формировании позднеорогенных кварцитов (площадь изменений составляет 0,01% площади яруса).

Интенсивность процессов выщелачивания петрогенных элементов в различных зонах или массивах также неодинакова для разных формаций вторичных кварцитов. Так, средняя величина выноса глинозема в ряду исходная — конечная порода, рассчитанная по силикатным анализам 10 серий, достигает максимума ( $21 \text{ г/100 см}^3$ ) у метасоматических пород орогенной формации и минимума ( $7 \text{ г/100 см}^3$ ) у раннеорогенной. Интенсивность выщелачивания натрия по аналогичным расчетам оказывается максимальной ( $11 \text{ г/100 см}^3$ ) при процессах формирования вторичных кварцитов раннеорогенной формации; она почти в 2 раза выше, чем при формировании вторичных кварцитов орогенной и позднеорогенной формаций. Расчет величин выноса кальция показывает гораздо большую интенсивность выщелачивания его при формировании вторичных кварцитов раннеорогенной и позднеорогенной формаций сравнительно с формацией орогенной. Естественно полагать, что размах процесса изменений, отраженный в объемах метасоматических пород, является функцией количеств гидротермальных или пневматолитовых реагентов, прошедших сквозь верхнюю пленку земной коры за период формирования соответствующего яруса.

Интенсивность выщелачивания петрогенных элементов всецело определялась физико-химическим обликом метаморфизирующих растворов. Различие средних величин выщелачивания петрогенных элементов по формациям вторичных кварцитов свидетельствует о неидентичности «средних составов» гидротермальных растворов, синхронных разным структурным ярусам, т. е. при всей изменчивости состава гидротерм метаморфизирующие растворы каждой стадии развития геосинклинали можно охарактеризовать «средними» цифрами их химического состава и эти «средние» для разных формаций вторичных кварцитов неодинаковы. Для иллюстрации этого тезиса укажем на средние содержания некоторых катионов и анионов в водных вытяжках из вторичных кварцитов разного возраста. Методика извлечения воднорастворимого комплекса описана Ю. П. Масуренковым (1965). Очевидно, что водные вытяжки не являют-

### Характер вторичных кварцитов в зависимости от стадии развития геосинклинали

Возраст формаций вторичных кварцитов	Стадия развития геосинклинали	Морфологические и генетические типы метасоматических изменений	Главные минералы зон и массивов измененных пород	Площадь изменений, % от площади яруса	Средняя величина выноса в ряду исходная — конечная порода, г/100 см <sup>3</sup>			% по группе катионов или анионов среднего содержания иона в водных вытяжках, мг/100 г породы		
					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	K+	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl-
N <sub>2</sub> —Q <sub>4</sub>	Межгорные прогибы—поздний орогенез	Жерлово-фумарольные массивы или штоковые в пределах вулканических построек. Пластовые, трещинно-пластовые, трещинно-жилые тела, возникшие в результате деятельности приповерхностных гидротермальных систем. Жилоподобные, крутопадающие секущие тела, приуроченные к разрывным нарушениям	Гипс, каолинит, опал, алунит, хлорит, сульфиды, гематит	0,01	15	7	14	18,5	42,1	6,7
Pg <sub>3</sub> —N <sub>2</sub>	Послеинверсионный геосинклинальный трог—орогенез	Изометричные массивы, локализованные в пределах вулканических построек. Пластообразные согласные тела вне вулканических построек. Несогласные, крутопадающие секущие жилообразные, линзообразные тела, либо массивы, образовавшиеся от слияния «элементарных» линз	Кварц, опал, серицит, кальцит, хлорит, эпидот, сульфиды, монтмориллонит, гематит, алунит?	0,25	21	6	9	21,9	37,4	6,1
Ст <sub>2</sub> —Pg <sub>3</sub>	Начальный геосинклинальный трог—ранний орогенез	Доскладчатые, преимущественно согласные пластовые, линзообразные, иногда изометричные тела. Послескладчатые, преимущественно секущие, крутопадающие тела, развивающиеся по зонам дробления, расщелачивания и смятия	Кварц, мусковит, серицит, эпидот, хлорит, кальцит, сульфиды, гематит	0,16	7	11	14	24,7	37,1	9,5

ся копией гидротермальных растворов, метаморфизовавших породы, но статистикой значительного количества вытяжек можно выявить тенденцию эволюции или характер разнородности растворов разного возрастного диапазона.

Как следует из таблицы, составленной на основании выведения трех средних величин из общего числа 87 анализов, содержание калия в водорастворимом комплексе падает с 24,7% во вторичных кварцитах раннеорогенной формации до 21,9% в орогенных и 18,5% в кварцитах позднеорогенных. Количество сульфат-иона увеличивается в том же направлении с 37,1 до 42,1%. Наибольшее относительное содержание иона хлора 9,5% сравнительно с 6,1 и 6,7% приходится на вытяжки из кварцитов раннеорогенной формации. Приведенные цифры можно интерпретировать следующим образом: в гидротермах от ранних к поздним стадиям развития изученного фрагмента складчатой области снижалась роль калия и повышалась роль серы; наиболее хлоридными были гидротермы начальных стадий развития геосинклинали. На основании изложенного можно представить общую картину соподчинения тектонического развития, магматической и постмагматической деятельности в складчатой области.

Три возрастные группы, или три формации вторичных кварцитов, отделяются одна от другой изменением тектонического режима, который служит определяющим фактором в формировании облика вторичных кварцитов. Формации вторичных кварцитов, последовательно сменяющие одна другую во времени, образуют формационный ряд, который подчиняется определенной эволюции гидротермальных растворов, фиксируемой на пути от ранних к поздним стадиям развития геосинклинали. Такие тенденции, безусловно, находятся в связи с известными рядами магматических формаций, с их общей тенденцией «покисления» магматизма по мере старения геосинклинали.

## ЛИТЕРАТУРА

- Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. М., Гостеолтехиздат, 1955.
- Власов Г. М., Василевский М. М. Гидротермально измененные породы Центральной Камчатки, их рудоносность и закономерности пространственного размещения. М., изд-во «Недра», 1964.
- Горжевский Д. И., Козеренко В. Н. Связь эндогенного рудообразования с магматизмом и метаморфизмом. М., изд-во «Недра», 1965.
- Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов.— В сб.: Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях, изд. 2. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Кузнецов Ю. А. Главные типы магматических формаций. М., изд-во «Недра», 1964.
- Лебедев М. М., Бондаренко В. Н. К вопросу о возрасте и генезисе метаморфических пород Центральной Камчатки.— Сов. геол., 1962, № 11.
- Малеев Е. Ф. Неогеновый вулканизм Закарпатья. М., изд-во «Наука», 1964.
- Масуренков Ю. П. О воднорастворимом комплексе соединений в изверженных, метаморфических и осадочных породах.— Геол. и геофиз., 1965, № 4.
- Муратов М. В. Этапы и стадии развития геосинклинальных складчатых областей.— В сб.: Деформация пород и тектоника, Междунар. геол. конгр., XXII сессия. Докл. сов. геол. Проблема 4. М., изд-во «Наука», 1964.
- Твалчрелидзе Г. А. Опыт систематики эндогенных месторождений складчатых областей. М., изд-во «Недра», 1966.
- Хаин В. Е. Общая геотектоника. М., изд-во «Недра», 1964.